農業氣象

四季的農業氣象—冬

●農試所　蔡金川、劉慧瑛、漆匡時、姚銘輝、蔡財旺

眾所皆知冬季（12、1、2月）是四季當中氣溫（例如台中地區最高23.2℃、平均19.5℃、最低14.2℃）、日射量（6.47百萬焦耳・公尺$^{-2}$・日$^{-1}$）最低。冬天較冷的道理有三：

(一) 冬天太陽的高度比夏天低，陽光是斜射下來的，這點從冬天的陽光可以照射到室內深處，而夏天不大會照射室內就可以了解。當陽光斜射地面時，同量的陽光擴散於較大的面積，所以照射在同一面積的陽光熱量因減少而變冷，例如將手電筒斜射地面，則光輪比依直角方向照射時大，但亮度卻減少。從電燈發出的光量一定，故若光輪增大則單位面積的光量比光輪縮小時減少。冬天較冷的道理跟這個現象是一樣的。

(二) 冬天太陽的高度低，故日光斜射地面時通過的大氣層比較厚，通過大氣層的距離比較長。若比較夏至冬至時日光通過大氣中的距離，則冬至時的距離大約多出1.9倍。因此，在冬天來自太陽的熱量，大量被吸收於空氣中，到達地球表面熱量自然減少，所以冬天的溫度就降低了。

(三) 係被太陽照射時間（日照時間）的長短。被太陽照射的時間，是夏天長而冬天短。

基於上述三點為冬季較冷的理由，台灣地跨溫熱兩帶，且四面環海，受海洋調劑的影響很大。所以大體言之，氣溫的年變化比較和緩。以平地而論，冬季不冷，可以說祗有夏季而沒有冬季。不過各地因緯度與位置不同，氣象條件（氣溫、日射量、雨量等）也顯然有別。北部地區如台北、基隆、淡水、新竹等地，最冷月發生在二月，平均溫度在15℃左右。冬季各月，雖因中國大陸上的寒流侵襲本島，氣溫也常降低至10℃以下，台北的絕對最低溫度，也曾有負0.2℃的紀錄，但寒流一過，氣溫立即上升，平均最低溫度則

在12℃以上，所以冰雪絕跡，霜亦罕見。

南部地區如台南、高雄、屏東、恆春等地，最冷月均發生在一月，平均溫度在17.0℃以上，愈向南愈高，恆春為20.4℃，可以說溫暖如春，毫無冬季氣象。當大陸冷氣流侵襲本島時，溫度雖有時亦可降低至10℃以下，但為時更加短暫。

西部各地，冬季受大陸的影響較大，冬季較冷，如台中最冷月之溫度為15.8℃，平均最低氣溫僅11.7℃，絕對最低溫度曾有負1.0的紀錄，較台北尤冷。東部各地受海洋的影響較大，溫度的件變化近於南部，冬季較暖。如花蓮緯度與台中相當，最冷月之溫度為17.4℃。

一、冬季寒霜之農業氣象災害解析

冬季之農業氣象災害主要為寒霜害，有如上記大陸冷氣流侵襲台灣，溫度會降低至10℃以下，雖為時短暫，而霜亦罕見。因台灣位於亞洲大陸邊緣，每年秋末至翌年初春之際，即正值冬季，會受到世界上最強大之極地大陸冷氣團控制的影響，當此冷型高氣壓南下時 ，所經地區之平均氣溫驟降，氣壓上升，稱之為寒潮。至於寒潮之分級，據蔡及任（1980）認為當大陸冷氣團南下時，冷鋒通過台灣北部以後，使台北的最低氣溫連續兩日下降差距達4℃或4℃以上者統稱之為寒潮，差距4.0℃～5.9℃者為中寒潮，在6.0～7.9℃之間者為強寒潮，在8℃以上者為極強寒潮。

導致台灣發生低溫結霜之天氣類型，一般言之，極地大陸氣團自源地向西伯利亞南移，脊線南伸，其南端之分裂高氣壓中心南達華南。斯時如鄂霍次克海有低氣壓加深，則寒冷氣流更由北向南侵襲華南及台灣。

台灣地處亞熱帶，一般農地所推廣種植之農作物如水稻、玉米、香蕉、甘薯、甘蔗等作物對於低溫甚為敏感，其致害之臨界最低溫度視作物生育階段、品種不同而異，通常如低至10℃左右，一般正值營養生長期之作物受害尚屬輕微，俟溫度回升，還有恢復生機之可能，如正值生殖生長期，或遭遇結霜（0℃），則絕無倖免。

台灣嚴重的一次霜害為1963年1月8～10日所發生之寒潮低溫所造成。由於該次寒潮低溫持續時間較長，溫度亦特別低，台南地區之最低草溫為-0.4℃，台中地區之最低草溫竟低達-8.4℃，因此所造成之霜害亦嚴重；受害區域包括台南、嘉義、雲林、彰化、南投、台中、高雄、屏東、台北等縣，其中以台南縣受害面積最高，達38,557公頃，僅該縣之損失即達一億九千萬元；受害作物之種類包括所有之熱帶作物及果樹。台灣之寒霜害之時期大部份在一至二月冬季期間，最低氣溫出現之地點多在台中、雲林、嘉義、台南等地。例如1970年二月一日台中出現最低氣溫為1.7℃，最低草溫為 -1.0℃ ；嘉義最低氣溫為2.6℃ ，最低草溫為 -1.7℃；台南最低氣溫為4.5℃ ，最低草溫為0.1℃。1971年一月八日台中出現最低氣溫為

4.3℃，最低草溫為-0.8℃；嘉義最低氣溫為2.1℃最低草溫為-2.5℃；該二次寒潮所發生之結霜對台中、雲林、嘉義、台南等縣平原地區一期作水稻秧苗、甘薯、甘蔗等作物造成很大的損失。1963年、1971年及1973年二月之寒潮低溫，僅造成局部地區少數作物發生災害。1968年十月之寒潮使得北部、東北部地區之二期作水稻開花受到影響（最低氣溫低達10℃），導致無法結實，影響產量。如以寒害與霜害分別而言，台灣農作物罹受寒害的時期較長，約在十二月至翌年三月之間，發生地點亦較廣，包括中部及北部地區，而霜害則多限於冬季一至二月間，發生地點則以台中、雲林、嘉義、台南等地較多，其主要原因係中南部地區在冬季十二、一、二月之平均溫度較高，約16～18℃，農友為了有效利用土地，習慣將甘薯、玉米、煙草、大豆等農作物進行秋（裡）作栽培，栽培面積很廣，一期作水稻亦播種較早，而強烈寒潮侵襲時間多在一、二月間，因此上述作物在中南部地區所遭受寒霜之機會較大；同時台中地區在地形學上屬於構造盆地，東側有雪高山脈，西南方有大肚臺地，在冬季每當寒潮發生時，於適合輻射霜形成之條件下，冷空氣亦不斷會沿雪高山脈由東北方流入盆地，對農作物所造成之霜害程度更嚴重。南投縣埔里盆地位於群山之中，往往形成冷空氣之集中處，因此種植之水稻、菸草、甘薯等農作物及香蕉、鳳梨、枇杷、葡萄等果樹發生霜害之機會較多。北部地區因冬季平均氣溫較低，約14～16℃，多數農地於二期作稻作收穫後，即予休閒，等到農曆春節過後再進行耕種，除零隙地偶有栽培甘薯、蔬菜以外，很少以大豆 、玉米等雜糧進行秋(裡)作栽培，所以遭受寒(霜)害之機會少。同時在大安溪以北地區很少栽培甘蔗、鳳梨、香蕉等熱帶作物，發生寒(霜)害之紀錄自然較少。臺北地區因東北季風期間雲量較多，地面之長波輻射受雲量影響，其最低溫度往往較中部地區為高，發生結霜的紀錄亦少。

二、冬季主要農作物之氣象災害

(一)水稻

台灣水稻兩期作皆有寒霜害，一期作中南部地區水稻之秧苗期，由於中南部地區一期作水稻播種較早，秧苗期正值一至二月間，此期間係台灣發生寒潮低溫頻率最高的時期，因此罹受寒霜害之頻率亦高。如就受害之生理觀點而言，水稻秧苗遭受之低溫傷害屬於寒害或霜害。二期作主要於北部（台北縣等）及東北部地區（宜蘭縣等），此地區如插秧過遲，遲於九月或十月水稻之孕穗或抽穗，常受第一次寒潮低溫之影響（最低氣溫低於20℃ ），導致花粉母細胞畸型分裂，無法結實，如此所受低溫傷害則屬於冷害。

如就台灣栽培水稻全年罹受寒霜害之總計而言(一、二期作合併)，受害地區很明顯地分布在北部

、東北部及嘉南地區。

(二)玉米

台灣栽培玉米罹受寒（霜）害多為秋（裡）作，受害時間多在一、二月，茲分別說明如下：

一月：僅嘉義縣之新港、六腳、太保、鹿草、水上等地。

二月：受害地區增加，包括彰化、雲林、嘉義、台南、等縣之部分平原鄉鎮，其中以彰化縣之田中、福興、員林，嘉義縣之義竹、鹿草等鄉鎮受害最高。

(三)甘薯

甘薯為熱帶作物，最忌低溫，尤其伏生於地面，遭受霜害之機會很，大亦是台灣最容易遭受寒（霜）害之作物。台灣栽培甘薯面積以中南地區最多，在秋（裡）作栽培時，中南地區之甘薯常於一、二月間遭受寒（霜）害。

(四)蔬菜

蔬菜是台灣栽培最普遍的作物，種類繁多，各種蔬菜之適栽時期不同，因此台灣全年皆為蔬菜等

表一　葉菜類蔬菜(小白菜、莧菜與菠菜)收穫期之鮮重量(克/平方公尺)

播種期	季節平均	春 (3-4月)	夏 (5-9月)	秋 (10-11月)	冬 (12-2月)
小白菜					
露地	891.6 b	1269.9 b	936.1 a	877.9 b	482.3 b
網室	2130.8 a	2812.5 a	1031.8 a	2440.8 a	2238.2 a
塑膠布溫室	2270.4 a	3085.8 a	966.6 a	2561.3 a	2467.8 a
莧菜					
露地	1592.9 b	1568.3 b	1671.8 b	1538.7 a	—
網室	1966.1 a	1717.3 b	2560.6 a	1620.3 a	—
塑膠布溫室	2078.8 a	2434.5 a	2378.0 a	2098.9 a	1403.9
菠菜					
露地	2466.4 a	—	—	2546.5 a	2386.3 a
網室	2786.2 a	—	—	2931.8 a	2640.5 a
塑膠布溫室	1929.4 b	—	—	2030.6 b	1828.2 b

1. 試驗期間:1994年7月至1995年6月。
2. 三種蔬菜為在地品種。
3. 同一欄內英文字相同者表示差異不顯著(P=5%)

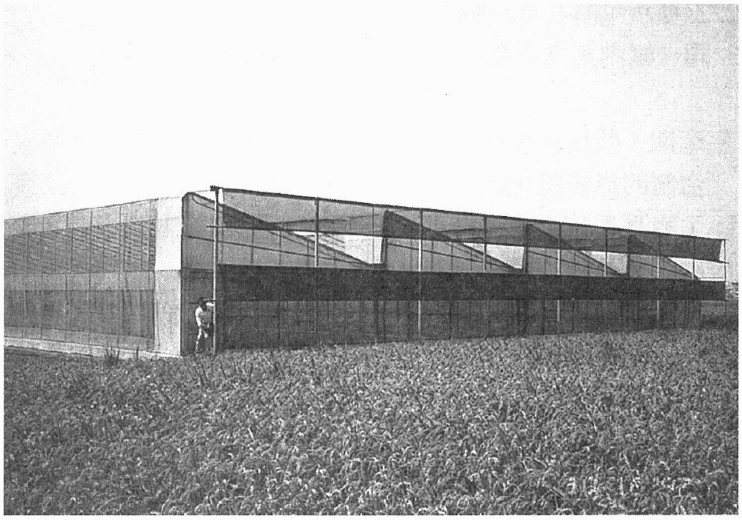
生產期，栽培面積亦廣。又台灣的氣候變化很大，除了春夏季時常遭受梅雨、颱風、豪雨的侵襲，蔬菜葉片常被雨打傷，農業氣象研究室選擇西螺地區蔬菜年產量14,600公噸，為台灣蔬菜專業區生產量最高。該地區整年蔬菜栽培期間所受氣候環境影響有如上述情況，因此急需於夏季防雨及冬季防寒設施之研究，以提高蔬菜產量與品質並調節產期，平衡市場供需，達到滿足消費者的需求與增加農民的收益。現舉出其設施栽培葉菜類蔬菜生產試驗的結果，如表一所示，除了莧菜（露地、網室栽培）之外，其他小白菜、菠菜於冬季皆可生產，特別是菠

菜反而在秋涼冬冷的季節才能夠生產，值得注意的是塑膠布設施栽培四季皆可生產，鮮重產量幾乎是冠於其他栽培環境。但因塑膠布設施通風光照較差，而本研究室曾進行改良式溫網室栽培生產試驗，其結果發表於農情專訊（蔡等，1997）。此栽培設施如遇低溫或寒流來襲，在迎風面裝有防寒風牆（圖一），可擋住冷氣侵襲，防患設施內之蔬菜寒害。

(五) 檬果：

檬果雖屬熱帶果樹，但尚耐寒，可在亞熱帶無霜地區栽培。通常檬果樹齡約8～9年生，已達盛產期，惟近年來之產量均甚低落。研究室於1992～1995三年之間，在南部玉井進行氣象因素與檬果產量關係之試驗研究，得知冬季（1～2月）為檬果的盛花期，旬平均氣溫（18.2℃）及旬總計雨量（6.0公釐）偏低，氣溫比檬果的生育適溫（23.9～26.7℃）還低。花芽分化至幼果發育期，低溫與乾旱造成如（圖二）產量及商品價值低的無子小果（體積小、類圓型）形成的主因。其他亦因低溫缺少授粉昆蟲傳播花粉，以致於產生很多的單偽果或不結果（劉，1998）。

冬季過後平均氣溫（19.5~27.9℃）上升，雨量(旬總計：10.9~94.1mm）亦增多，於3月~4月初旬開花發育的無子小果形成率較低，平均產量（25.8kg/plant）與糖度（16.5°Brix）比冬季開花形成的檬果（20.4kg/plant，15.4°Brix）高。經統計分析的結果，檬果開花後30天之累積氣溫或累積雨量與產量及糖度呈顯著性正相關，為此防患措施用自動噴霧機灌溉（圖三），於低溫或乾旱之逆境下，可提高著果率，促進果實發育，並提高產量與糖度。另外調節開花期，以理化方法自冬季延遲至春季開花，即物理方法由斷根，或樹幹環狀剝皮等，而化學方法乃使用植物生長素如益收（Ethrel）與劑巴克素（ Paclobutrazol ，pp-333）等，這兩種調節延長開花期，可避開冬季低溫或乾旱等逆境，會提升檬果生產的量與質，並能調節產期穩定生產與價格，增加果農收益。



圖一　改良式溫網室之外觀,裝設人工手搖防寒風牆。

結語

台灣冬季造成農業氣象災害，主要為受蒙古高壓控制，形成東北季風型天氣，寒潮爆發時之低溫，常使熱帶農作物及果樹造寒霜害，同時強烈之東北季風使中北部沿海地區之農作物罹受風害。冬季之寒霜或風對於農作物之危害有季節性及區域性，且持續時間較長，與夏季之颱風災害有極大的不同，因夏季之農作物風害為偶發性，每次為害時間雖短，但是破壞大，而且為害面積廣，對於台灣農作所造成之損失非常大。則冬季對於農業氣象災害防患措施，似乎較夏季來得容易。以水稻為例，可研發寒害預警模式，亦是農業氣象研究室研究的重點，其他種植耐冷害品種（台梗8號，台梗15號等）。葉菜類蔬菜大部份的蔬菜專業區以防寒防雨設施栽培，不慮低溫危害作物，現階段本研究室研究重點為改良設施構造及栽培技術，以改善設施內之氣象與生育環境，以利蔬菜生產。

圖二　愛文檬果之正常果（左）與異常小果（中、右）。

圖三　檬果園自動噴霧機灌溉。